

METHOD FOR VIBRATION WELDING OF RESIN MOLDINGS

Patent Number: JP10264255
Publication date: 1998-10-06
Inventor(s): MIURA MORIMICHI
Applicant(s):: TOYOTA MOTOR CORP
Requested Patent: ☐ JP10264255
Application Number: JP19970076010 19970327
Priority Number(s):
IPC Classification: B29C65/06
EC Classification:
Equivalents: JP3211712B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the welding strength of resin moldings welded by vibration by first adding vibration in such a state that the moldings are brought into contact with each other under a first pressure-welding pressure, then continuously lowering the pressurewelding pressure immediately as a second pressure-welding pressure and performing the welding process continuously for a specified period through adding vibration while setting the pressure- welding process underway, under the second pressure-welding pressure.

SOLUTION: A projecting part 11 in the center of the lower end of the upper one 1 of moldings is one of the weld parts and a recessed part 21 in the upper end of the lower one 2 is the other weld part. Displacement sensors 31, 32 are mounted on the upper one 1 and the lower one 2 of the moldings respectively. The vibration welding is such that both moldings 1, 2 are pressed by a specified first pressure-welding pressure and vibration is added to the moldings 1, 2 under this state to lower the pressure-welding pressure to the level of a second pressure-welding pressure in a specified time by immediately reducing the pressure- welding pressure continuously. Thus the second pressurewelding pressure is securely maintained and adding the vibration is stopped in a specified time. Even thereafter, the second pressure-welding pressure is maintained for a specified time to end the welding process. The welding time is equal to the vibration adding time and the pressing time for the second pressure-welding pressure after stopping the addition of vibration is a dwell time.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-264255

(43) 公開日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int.Cl.⁶
B 2 9 C 65/06

識別記号

F I
B 2 9 C 65/06

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-76010
(22) 出願日 平成9年(1997)3月27日

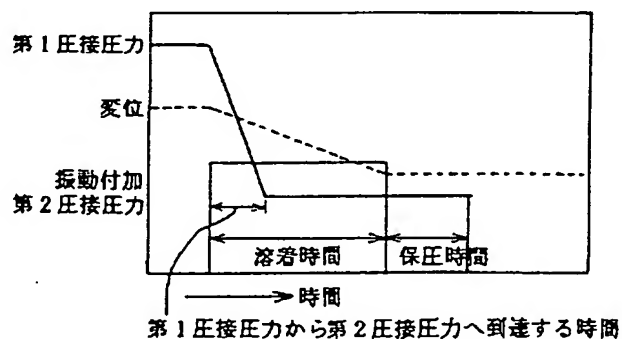
(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72) 発明者 三浦 守道
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(74) 代理人 弁理士 大川 宏

(54) 【発明の名称】 樹脂成形体の振動溶着方法

(57) 【要約】

【課題】 振動溶着時に、溶着部位に負荷する溶着圧力を制御することにより溶着強度の高い振動溶着法を提供する。

【解決手段】 一对の成形体を互いに圧接し振動を与えることにより溶着する振動溶着方法であって、第1圧接圧力で圧接した状態で振動を付加し、振動を付加した後直ちに圧接圧力を連続的に低下させて第2圧接圧力としこの状態で圧接しつつ、溶着する成形体の間隔が所定間隔まで狭くなったとき、振動を停止させ溶着する振動溶着方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の成形体を互いに圧接し振動を与えることにより溶着する振動溶着方法であって、第1圧接圧力で圧接した状態で振動を付加し、振動を付加した後直ちに圧接圧力を連続的に低下させて第2圧接圧力としこの状態で圧接しつつ振動の付加を所定期間継続して溶着することを特徴とする振動溶着方法。

【請求項2】 前記第2圧接圧力は前記第1圧接圧力の $4/5 \sim 1/5$ であり、該第2圧接圧力に到達する時間は振動を付加した後0.5～5.0秒である請求項1記載の樹脂成形体の振動溶着方法。

【請求項3】 前記一对の成形体の間隔が所定間隔まで狭くなった時に振動の付与を停止する請求項1記載の樹脂成形体の振動溶着方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、一对の樹脂成形体に相対振動を付加してその当接面を互いに摩擦させ摩擦で発生する熱で当接部分を溶融させて両者を一体化しその後振動の付加を停止し、溶融部分を凝固させて溶接する樹脂成形体の振動溶着方法に関するものである。本発明は樹脂成形体を溶接して一体化する樹脂成形業界で利用される。

【0002】

【従来の技術】 従来、小物部品であっても形状が不規則、複雑であったり、エンジニアリングプラスチックなどの複合材料を使用する場合に、複数個に分割して部分的に成形した後、リング、ビス、接着剤などで一体化している。最近、この接合方法において振動溶着方法が取り入れられている。

【0003】 この振動溶着方法は、一对の成形体に所定の加圧力を付与した状態で当接しこの状態で両者間に相対振動を与え、当接部分を摩擦熱で溶融させて溶着するものである。通常、相対振動は当接面と平行に数mmの振動を負荷し、中心周波数240Hz、最大出力3.7KWのパワーサプライが搭載されたミニパイブレーションウエルダー等が使用されている。

【0004】 従来の溶着方法では、一定の加圧下で振動を負荷して成形体の当接部分の樹脂を溶融し、その状態で振動を停止し、加圧した状態で固化させていた。振動付加中に同じ加圧力を付与し続けるため、当接部分の樹脂が定量以上に溶融したり、溶融した樹脂が振動により当接部よりはみだしバリ状となったり、逆に当接面に必要な量の溶融した樹脂が残らず溶着部の溶着強度が低下するという不具合があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、樹脂成形体を振動溶着する際、溶着部位に負荷する溶着圧力を適切に制御して溶着強度の高い振動溶着方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の振動溶着法は、一对の成形体を互いに圧接し振動を与えることにより溶着する振動溶着方法であって、第1圧接圧力で圧接した状態で振動を付加し、振動を付加した後直ちに圧接圧力を連続的に低下させて第2圧接圧力としこの状態で圧接しつつ振動の付加を所定期間継続して溶着することを特徴とする。

【0007】 第2圧接圧力は第1圧接圧力の $4/5 \sim 1/5$ であるのが好ましい。また、第2圧接圧力に到達する時間は振動を付加した後0.5～5.0秒であるのが好ましい。また、溶着する一对の成形体の間隔が所定間隔狭くなった時に振動の付与を停止するようにするのが好ましい。また、振動を付加した後直ちに圧接圧力を連続的に低下させる。振動を付加した後直ちには、できるだけ速やかにということ所で定振動が安定して付加された後速やかに連続的に圧力を低下させるという意味である。具体的には振動付加の入力後5秒以内程度をいう。

【0008】 本発明の振動溶着法は、第1圧接圧力である最大圧接圧力で圧接した状態で振動を開始し、直ちに圧接圧力を低下させ、所定時間内に第2圧接圧力に至らしめる。この第2圧接圧力でさらに所定時間振動の付与を続け、振動の付与をやめる。この後しばらく第2圧接圧力で加圧を続け溶接を終えるものである。本発明の方法では、振動付与開始時に最大圧接圧力である第1圧接圧力で加圧しているため、振動付与開始時にもっとも投入エネルギーが高くなり、発熱量も多くなっている。そして時間の経過とともに圧接圧力が低下し、投入エネルギーも少なくなり、発熱量も少なくなる。従って、溶着面では、振動付加開始時に最も発熱し、徐々に発熱量が低下する。

【0009】 振動溶着において溶着面がすべて均一に加熱されれば溶着は比較的簡単にできる。しかし成形体の形状が複雑であったり、溶着面が分散している場合、均一な発熱を期待することはできない。単位溶着面あたりの発熱量の多い部分はその他の部分に比べ早く加熱されて溶融する。加熱溶融するとその部分が極めて柔らかくなり圧接圧力を保持できない。このため圧接圧力はその他の未だ溶融していない溶着部分で受け持つことになる。すなわち、圧接圧力が変わらないとするとその他の溶着部分は単位面積当たり圧接圧力が増大することになる。この単位面積当たりの圧接圧力の増大はより後で溶融する部分程大きくなる。発明者はこの後で溶融する部分に付加される極めて大きい単位面積当たりの圧接圧力が溶着不良の最大の原因であると考えた。

【0010】 本発明の方法では、圧接圧力は連続的に低下する。したがって、溶着面の溶融が部分的に異なっても、溶融していない部分の単位面積当たりの圧接圧力はさほどには変化しない。このようにしてこの部分の発熱

は維持され時間の経過とともに熔融に十分な発熱となり熔融する。熔融した部分の圧接圧力は直ちに極めて小さくなるため、その部分における発熱は多くない。したがって過剰な発熱が抑制され、不必要な多くの熔融が避けられる。これにより溶着面全体が比較的均一に加熱される。従って、より確実な溶着が可能となり、また、過熔融等の問題も回避できる。

【0011】

【発明の実施の態様】本発明の振動溶着法は一对の成形体を互いに圧接し振動溶着させながら圧接圧力を徐々に減少させるものであり、本発明の振動溶着時の圧接圧力および変位の変化を図1に示す。また、比較例として図1と同様に従来の圧接圧力の減少しない振動溶着法における圧接圧力および変位の変化を図2に示す。

【0012】本発明の方法では、第1圧接圧力から第2圧接圧力に至る間に溶着に必要な熱を発生する必要がある。発熱量は振動の振幅が同じである場合、圧接圧力と時間の積により求められる。また、圧接に必要な熱量は振動溶着される一对の成形体の溶着面積、樹脂の種類、成形体の温度等で定まる。多くの熱量が必要な場合、第1圧接圧力を高くしたり、第2圧接圧力に至る時間を長く採るようにすることにより可能となる。

【0013】この第1圧接圧力、第2圧接圧力およびこの間の時間は、第2圧接圧力は第1圧接圧力の $4/5 \sim 1/5$ であり、第2圧接圧力に到達する時間は振動を付加した後 $0.5 \sim 5.0$ 秒であるのが好ましい。第2圧接圧力は少なくとも熔融した溶着面の熔融を維持するのに十分な発熱が得られる圧接圧力である必要がある。より好ましくは、さらに樹脂の熔融が増える程度の発熱があるようにするのが好ましい。この第2圧接圧力を維持する期間は、熔融面の均一な熔融を達成する期間で、未熔融の部分の熔融を促進して熔融に至らしめ、熔融した部分の熔融を維持するものである。

【0014】例えば、第1圧接圧力加圧時間を1秒とし、第1圧接圧力が $15, 20, 30, 40 \text{ kg/cm}^2$ である各試料における第2圧接圧力を横軸に耐圧強度を縦軸にし第1圧接圧力と耐圧強度の関係を図3に示して説明する。ここで、耐圧強度の測定方法は、溶着した成形体を密閉し水圧で破裂させその最大値を測定した。また、比較として従来の方法（加圧力が減少しない方法）で溶着した試料の耐圧強度も図3中に示す。従来方法において圧接圧力が低圧のときに耐圧強度が低いのは、溶着する樹脂にそり等があり、これがうまく矯正できずに、溶着するからである。しかし、本発明の溶着での耐圧強度は従来方法の耐圧強度より高いことがわかる。これは、第1圧接圧力で、成形後、変形していた溶着部が高圧で圧縮されることによりそりが矯正され、すぐに溶着が始まり、溶着途中で低圧になり、溶着層を厚くすることができるからである。しかし、第2圧接圧力が 20 kg/cm^2 より高くなると、耐圧強度は比較例

より低くなる。この原因は、圧接圧力が高くなりすぎたため、高圧のため、溶着層が薄くなり、耐圧強度が低くなるからである。また、第1圧接圧力が 20 kg/cm^2 の時がもっとも高い耐圧強度を示している。

【0015】図3における第1圧接圧力の加圧時間を1秒から2秒とした場合が図4に示されている。第1圧接圧力を1秒から2秒とすることで、耐圧強度の値が全体的に低下している。このため、第1圧接圧力の加圧時間は短いほうが高い耐圧強度を得られる。このように第1圧接圧力は、通常 $10 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ であることが好ましい。また、第2圧接圧力は、 $5 \sim 20 \text{ kg/cm}^2$ の範囲であることが好ましい。

【0016】この第2圧接圧力の持続時間は試行錯誤で最適時間を求めることができる。また、一对の成形体間の間隔が所定間隔まで狭くなった時に振動の付与を止めこの期間の終了とする方法でも良い。これにより溶着面全体が均一に熔融状態となる。この熔融面における成形体の熔融量、すなわち溶着深さは $1 \sim 2 \text{ mm}$ が好ましい。それは、この深さが強度を出せる値であり、これ以上溶着しても強度は高くなり溶着バリが多く発生する値である。そこで、当初から溶着バリのことも考えてこの値を使用する。

【0017】また、溶着時間を横軸に溶着深さの設定が 1.5 mm の時の実際の溶着深さを縦軸にとった図5に示すように、比較例と実施例の熔融は同一直線となり相違はみられない。しかし実際には、溶着時間を横軸に溶着深さを縦軸にとった図6に示されているように、比較例の溶着深さは実施例と比較して低下している。このため比較例において所定の溶着強度を得るため溶着深さを設定どおりに得ようとする溶着時間が長く、熔融深さも深くなる。この時の熔融深さと溶着深さの差がバリとなる。比較例では溶着深さの設定が 1.5 mm であっても、実際には 2 mm 以上熔融しているため、バリが発生する。発生したバリが問題を起こすため、バリの発生をおさえる必要がある。そこで、溶着深さを制御する必要がある。制御の方法としては例えば、従来方法で用いられている時間による制御がある。しかしながら、時間での制御は、振動初期に樹脂の滑り等が発生した場合、溶着部の熔融が不十分となり、耐圧強度の不足の原因になる。そのため、従来方法では溶着圧力を低圧にすると、溶着強度が高くなるが、滑りの発生により溶着深さが足りなくなり、耐圧強度が低くなってしまふ。

【0018】このため、溶着の制御はより直接的な制御が好ましく、溶着深さの監視は、溶着部の接合樹脂の熔融を検知する装置及び溶着部近傍の樹脂位置の変位を測定することで検知できる。例えば、接合樹脂の上下にセンサーを付けその間隔を測定するか、溶着治具間の間隔を測定するか、あるいは両者を併用することにより樹脂の溶着部の溶着深さを精度良く測定監視することができる。

【0019】振動の付与を停止した後、同じ第2圧接圧力を維持する。振動の付与はなされておらず、もはや溶着面での発熱は無い。熔融した樹脂は周囲に熱を奪われて冷却され、凝固する。これにより一対の成形体は確実に溶着される。この状態で第2圧接圧力の付与を停止し、溶着して一体化された成形体を得る。なお、振動溶着の振幅の大きさ、単位時間当たりの振動数等、より最適な値とすべきである。これらの値は試行錯誤的に求めることができる。また、圧接は、溶接される一対の成形体が傾いて押圧されないように溶着面全体が均一に押し込まれるように注意する必要がある。

【0020】この方法により溶着面での樹脂のはみ出しバリの発生などを防ぎ、溶着部には必要量の樹脂が熔融接合して接合面での樹脂強度を高めることができる。なお、本発明の樹脂成形体の振動溶着方法が適用できる樹脂成形体としては、熱可塑性樹脂で成形された成形体である。具体的には、ABS樹脂、スチレン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂及びそのガラス繊維入りの樹脂等の成形体を挙げることができる。なお、成形方法は、射出成形、押し出し成形等従来から知られた成形方法を採用できる。

【0021】

【発明の作用効果】本発明の方法では、圧接圧力は連続的に低下する。したがって、溶着面の熔融が部分的に異なっても、熔融していない部分の単位面積当たりの圧接圧力はさほどには変化しない。このようにしてこの部分の発熱は維持され時間の経過とともに熔融に十分な発熱となり熔融する。熔融した部分の圧接圧力は直ちに極めて小さくなるため、その部分における発熱は多くない。したがって過剰な発熱が抑制され、不必要な多くの熔融が避けられる。これにより溶着面全体が比較的均一に加熱される。従って、より確実な溶着が可能となり、また、過熔融等の問題も回避できる。

【0022】また、溶着部の樹脂の熔融後、設定値以上の加圧力が熔融部にかからないため、熔融樹脂が溶着部よりはみださず、溶着部にのこり、硬化時に溶着層が厚くなり、溶着部の樹脂強度が向上する。また、接合する

樹脂成形品の形状が複雑で、溶着初期における樹脂の熔融始めの時間がバラバラであっても、第1圧接圧力より第2圧接圧力に圧接圧力が低下する間にすべての溶着部分が均一に熔融するため確実に溶着できる。

【0023】本発明の方法によれば、接合樹脂製品の溶着強度のばらつきが少なくなり、複雑形状の樹脂製品でも振動溶着の耐久強度を向上させることができ、樹脂製品の信頼性が上がり低コスト化が可能となる。

【0024】

【実施例】以下実施例により具体的に説明する。本実施例ではガラス繊維を35重量%含む6ナイロンを射出成形して得られたインテークマニホールドの半割りした一対の成形体を振動溶着するものである。溶着部分の断面を模式的に図7に示す。上方の成形品1の下端中央の凸部11が一方の溶着部分であり、下方の成形品2の上端の凹部21が他方の溶着部分となる。上方の成形品1および下方の成形品2にそれぞれ変位センサー31、32を取り付け、両者間の間隔を経時的に測定した。なお、変位センサーは図8に示すように溶着治具41、42に固定しても良い。

【0025】なお、当接している溶着面積は 14.4 cm^2 、成形材料の比重は 1.37 g/cm^3 、その比熱は $0.38\text{ cal/g}^\circ\text{C}$ である。振動溶着機としてはブランソンモデル2850を使用した。なお、振動溶着の振幅は 1.7 mm 、周波数は 240 Hz とした。振動溶着は図1に示すように所定の第1圧接圧力で両成形体を押しつけ、その状態で振動を付加し、直ちに圧接圧力を連続的に低下させて所定時間に第2圧接圧力に低下させ、その第2圧接圧力を維持し、所定時間で振動の付加を停止し、その後も所定時間第2圧接圧力を維持し、溶着を終えるものである。図1に示すように、溶着時間は振動付加時間と等しい。また、振動の付加を止めた後の第2圧接圧力の押圧時間が保圧時間となる。

【0026】表1に溶着条件と溶着されたインテークマニホールドの耐圧強度とを併せて示す。使用した樹脂は、6ナイロンGF35%である。

【0027】

【表1】

No.	第1圧接圧力 (kg/cm ²)	第2圧接圧力 (kg/cm ²)	第2圧接圧力に至る時間 (秒)	保圧時間 (秒)	耐圧強度 (kg/cm ²)
1	21.0	6.2	3	5	8.0
2	21.0	8.1	3	5	10.0
3	21.0	9.9	3	5	11.0
4	21.0	11.8	3	5	12.0
5	21.0	13.5	3	5	10.0
6	21.0	21.0	—	5	7.0
7	27.6	9.9	3	5	7.0
8	27.6	11.8	3	5	8.0
9	27.6	12.5	3	5	9.0
10	27.6	13.5	3	5	11.0
11	27.6	14.6	3	5	10.0
12	27.6	27.6	—	5	6.0

【0028】本発明の振動溶着方法を用いることにより、試料No. 1～5と6および7～11と12の比較から耐圧強度が向上していることが確認される。また、溶着条件として、第1圧接圧力から第2圧接圧力への変化がない試料No. 6および12、第1圧接圧力から第2圧接圧力への圧力変動が連続的にゆっくりと行われる試料No. 1～5および7～11のほかに、第1圧接圧力での振動後、第2圧接圧力へと圧力をゆっくりでなく急激に低下させる溶着条件が考えられるが、このような条件での溶着、つまり溶着途中で急激に圧力を変動させる溶着は、溶着不良が生じるため、溶着には不適となる。このため、第1圧接圧力から第2圧接圧力へは徐々に圧力を下げる必要がある。

【0029】

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】 本実施例の方法による、工程管理状態の説明図である。

【0031】

【図2】 従来方法による、工程管理状態の説明図である。

【0032】

【図3】 一次加圧時間を1秒とし加圧力を変えた場合の耐圧強度との関係を示すグラフである。

【0033】

【図4】 一次加圧時間を2秒とし加圧力を変えた場合の耐圧強度との関係を示すグラフである。

【0034】

【図5】 本発明法と従来法における設定値が1.5mmの時の実際の溶着深さを示すグラフである。

【0035】

【図6】 本発明法と従来法における溶着深さを示すグラフである。

【0036】

【図7】 本実施例の検知方法を説明する模式図である。

【0037】

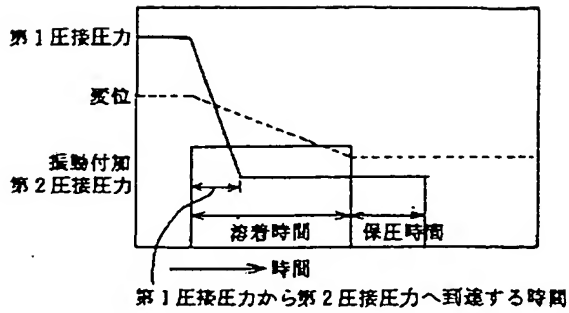
【図8】 本実施例の他の検知方法を説明する模式図である。

【0038】

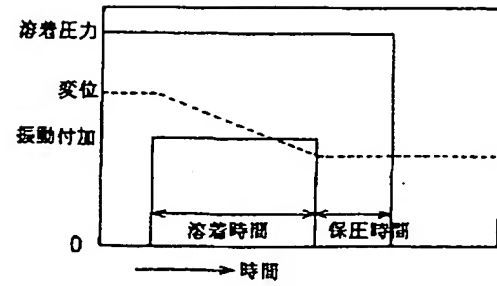
【符号の説明】

1、2：樹脂、 11、21：溶着部
31、32：変位センサー、 41、42：溶着治具

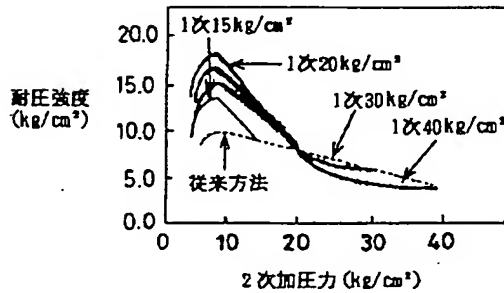
【図1】



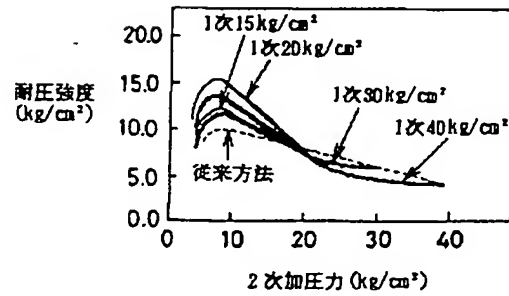
【図2】



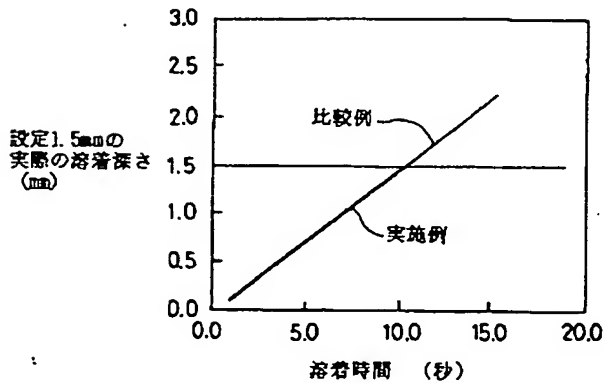
【図3】



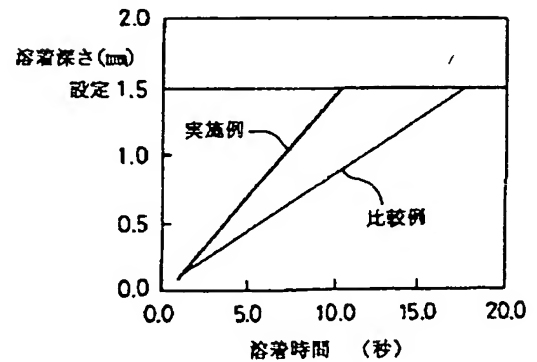
【図4】



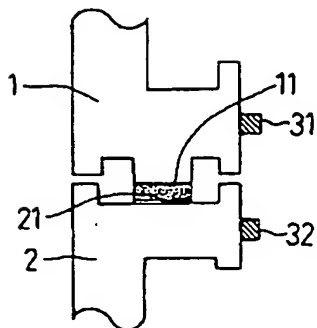
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

